

Ekologiniai veiksniai, lemiantys mikromicetų paplitimą ant javų grūdų ir sojų sėklų

**Albinas Lugauskas,
Aurimas Krasauskas,
Jūratė Repečkienė**

*Botanikos institutas,
Žaliųjų ežerų g. 49,
LT-08406 Vilnius, Lietuva*

Nagrinėjami ekologiniai veiksniai, susiję su mikromicetų išplitimu ant sandėliuose saugojamų žemės ūkio augalų grūdų ir sėklų. Nurodomos mikromicetų rūšys, 1999–2002 m. skirtingomis meteorologinėmis aplinkos sąlygomis aptiktos ant laukuose esančių subrendusių kviečių, miežių, rugių, kukurūzų grūdų ir sojų sėklų. Aptariamas jų poveikis grūdams, reakcija į kintančius aplinkos veiksnius: drėgmę ir temperatūrą. Nurodomi grūdų užkrato mikromicetų pradai šaltiniai ir atskirų rūšių mikromicetų išlikimo grūdus sandėliuojant galimybės. Išvardyti mikromicetai, vyraujantys ant sandėliuojamų grūdų. Nurodomos rūšys mikromicetų, galinčių būti žmonių ir gyvulių toksikozų priežastis.

Raktažodžiai: ekologiniai veiksniai, grūdai, mikromicetai, sandėliavimas, toksinai

ĮVADAS

Pagrindinis grūdų užterštumo mikromicetų pradais šaltinis laukuose yra dirvožemis. Pirmiausia jais užsikrečia stiebai, lapai, o vėliau grūdai. Dalis epifitinių mikromicetų jokios žalos grūdams nedaro. Kai kurie iš jų yra net naudingi: sintetina fitohormonus, antibiotines medžiagas, veikiančias fitopatogeninius mikroorganizmus ir taip apsaugančias grūdus nuo pastarųjų neigiamo poveikio (Moss, 1991; Смирнова, Кострова, 1989). Sandėliuose grūdai užteršiami grybais su ore esančiomis dulkėmis, juos platina vabzdžiai ir graužikai (Holmberg, 1992).

Sunokę varpinių javų grūdai neturi tvirto apsauginio sluoksnio bei cheminių medžiagų, apsaugančių nuo mikroorganizmų pažeidimo (Schmidt, 1991). Be to, dėl specifinių savybių ir savitos morfologinės sandaros grūdai gerai absorbuoja aplinkos drėgmę. Tai sudaro sąlygas mikroorganizmams santykinai greitai juos kolonizuoti ir naudoti savo mitybai (Abramson, 1991; Moss, 1991). Mikromicetų pradai, kurių visada gausu aplinkoje, ima vystytis, kai tik susidaro palankios temperatūros ir drėgmės sąlygos. Šie du svarbiausi veiksniai lemia mikromicetų vystymosi ir grūdų pažeidimo intensyvumą.

Grūdų užterštumas mikromicetų pradais derliaus nuėmimo metu priklauso nuo daugybės veiksnių – augalo genotipo, vietos sėjomainoje, dirvožemio, naudojamų agrotechninių bei agrocheminių priemonių. Atskirų rūšių mikromicetų vyravimo ant įvairių javų grūdų skirtumai kartais išryškėja priklausomai nuo geografinės vietos ir klimato (Trojanowska, 1991). Kai kurie autoriai (Chelkowski, 1991; Schmidt, 1991; Garalavičienė, 2001) teigia, kad ant grūdų ir sėklų

aptinkamus mikromicetus galima padalyti į dvi grupes: lauko ir sandėlių. Toks sąlyginis skirstymas grindžiamas drėgmės poreikiu. Lauko mikromicetams priskiriami hidrofilai. Šiai grupei priklauso *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* ir kitų genčių grybai. Tyrimais patvirtinta (Lacey, Magan, 1991), kad šie mikromicetai greit žūva, jei ilgesnį laiką mitybinio substrato drėgmė didesnė kaip 12–13% ($a_w = 0,65$). Tuo tarpu dauguma *Aspergillus*, kai kurios *Penicillium* rūšys mažiau reiklios drėgmei ir priskiriamos kserofilams. Pastarieji grybai gali vystytis esant mažai substrato drėgmei, kuri pagal galiojančius standartus leistina grūdų sandėliavimo patalpose (Lacey, Magan, 1991; Frisvad, 1995).

Lauko sąlygomis dar bręstančius javų grūdus dažniausiai pažeidžia *Alternaria* ir *Fusarium* genčių mikromicetai. Drėgnesniais metais daugelyje vidutinio klimato Europos šalių derliaus nuėmimo metu javų grūdų užterštumas *Alternaria* mikromicetais siekia 100%. Vyrauja *Alternaria alternata* grybai (Špokauskienė, 1989; Chelkowski, Grabarkiewicz-Szczesna, 1991). *Fusarium* genties mikromicetų vystymuisi palankios sąlygos susidaro vasarą esant drėgniems ir šiltiems orams. Ant įvairių javų grūdų dažniausiai aptinkami *F. graminearum*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. moniliforme* (Chelkowski, 1991; FAO, 1995). Sausringais metais ant laukuose bręstančių grūdų aptinkama *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Bipolaris*, *Botrytis* ir kai kurių kitų genčių mikromicetų. Vieni šių grybų lengvai pažeidžia grūdų luobelę (*Cladosporium*), kiti (*Botrytis*, *Fusarium*) pasiekia endospermą, kuriame sukauptos maisto medžiagos, tretį (*Aspergillus*, *Penicillium*) geriau vystosi apmirusiuose audiniuose, tačiau neretai pažeidžia ir grūdus.

Grūdų užterštumas mikromicetų pradais sandėliuose priklauso nuo atvežtos žaliavos ir pradinio aruodų užterštumo, grūdų saugojimo trukmės, sandėliavimo sanitarinių sąlygų, aplinkos temperatūros ir drėgmės. Kanados mokslininkų duomenimis, didžiausią dalį grūdų sandėliuose aptinkamų rūšių mikromicetų tenka priskirti *Aspergillus* ir *Penicillium* genčių anamorfoms (Lacey, Crook, 1988; Lacey, Magan, 1991). Remdamasi įvairių autorių duomenimis, K. Trojanowska (1991) teigia, kad nuo sandėliuojamų grūdų yra išskirta apie 26 *Aspergillus* ir 137 *Penicillium* rūšių mikromicetų. Pasak B. Flannigano (1987), vidutinio klimato regionuose sandėliuose paplitę mikromicetai retai aptinkami ant grūdų prieš derliaus nuėmimą, bet nuimant derlių *Penicillium* grybų pradų kiekis grūduose gali padidėti daugiau nei 250 kartų, tuo tarpu *Eurotium* (anamorfa *Aspergillus*) pradų skaičius mažai kinta. Jeigu lauko sąlygomis javai buvo pažeisti *Puccinia* Pers. arba *Ustilago* (Pers.) Roussel genčių mikromicetų, tai šie grybai sandėlio ore gali sudaryti 3/4 bendro aptikto pradų skaičiaus.

Drėgmė ir temperatūra yra svarbiausi veiksniai mikromicetams vystytis. Jei krakmoluose kviečių, miežių, kukurūzų ir kitų javų grūduose drėgmės kiekis yra ne didesnis kaip 13,5%, o baltymingose sojų sėklose – 12,5%, mikromicetai jų nepažeidžia (Смирнова, Кострова, 1989). Jie pradeda vystytis, kai drėgmės kiekis viršija nurodytus dydžius. Svarbus veiksnys yra nevienodas drėgmės pasiskirstymas grūdų masėje, nes mikromicetai intensyviausiai vystosi ten, kur pakanka drėgmės. Tai nebūtinai susiję su bendru grūdų masės drėgmės lygiu. Dėl drėgno oro ir temperatūrų skirtumų drėgmė dažnai kondensuojasi ant sandėlio konstrukcijų ir lašų pavidalo patenka ant išdžiovintų grūdų. Tokiu būdu grūdų masėje atsiranda vadinamieji „karštieji taškai“, kuriuose susidaro palankios sąlygos mikromicetams vystytis (Pittet, 1998).

Kai kurie mikromicetai pradeda vystytis, kai substrato santykinė drėgmė pasiekia 65–70% (Lacey, Magan, 1991; Trojanowska, 1991). Pastaruoju metu literatūros šaltiniuose vietoje santykinės substrato drėgmės, nurodytos procentais, pateikiamas kitas drėgmės rodiklis – aktyviojo vandens kiekis arba tiesiog vandens aktyvumas a_w . Kai kurie autoriai (Samson, 1994; Flannigan, Marey, 1996) išskiria mikromicetų rūšis – substrato drėgnumo (a_w) indikatores. Pirminiai kolonizatoriai, kai $a_w < 0,80$, yra: *Aspergillus versicolor*, *A. glaucus* grupė, *Penicillium brevicompactum* grupė, *P. chrysogenum*, *Waleimia sebi* ir kt., antriniai kolonizatoriai, kai $a_w = 0,80$ – $0,90$: *Cladosporium cladosporioides*, *Aspergillus flavus* ir kt., tretiniai kolonizatoriai, kai $a_w > 0,90$: *Fusarium* spp., *Alternaria* spp, *Ulocladium* spp., *Mucor* spp., *Aspergillus fumigatus*, mielės, aktinomicetai.

Dauguma vidutinio klimato sąlygomis ant grūdų aptinkamų mikromicetų yra mezofilai, kurių augimo ir vystymosi optimali temperatūra 22–35°C, o minimalios ir maksimalios temperatūros ribos kinta nuo 5 iki 45°C. Tačiau kai kurių rūšių mikromicetai (*Cladosporium herbarum*, *Fusarium avenaceum*, *F. nivale*) gali augti žemesnėje nei 0°C temperatūroje (Abramson, 1991; Lacey, Magan, 1991; Beattie et al., 1998), o kiti (*Rhizomucor pusillus*, *Aspergillus cervinus*, *A. fumigatus*) aptinkami iki 60°C ir daugiau įkaitusiuose grūduose. Į sandėlį patekus grūdams, kurių drėgmė siekia 35%, grūdų masė pradeda kaisti, temperatūra gali pasiekti 65°C, susidaro palankios sąlygos vystytis termotolerantių ir termofilinių rūšių mikromicetams: *Aspergillus fumigatus*, *Absidia corymbifera*, *Rhizomucor pusillus* (Frazier, Westhoff, 1988; Gregory et al., 1963).

Orui judant mikromicetų pradai išnešiojami po visas patalpas, nusėda ant įvairių paviršių. Nurodoma, kad gamybinėse patalpose, kuriose vyksta žemės ūkio derliaus ar medienos apdorojimo procesai, mikromicetų pradų kiekis ore siekia 10^5 – 10^8 kfv/m³ (Lacey, Crook, 1988; Pasanen et al., 1992). Mikromicetai greičiau pažeidžia suskilusius, plyšusius, pašalinėmis medžiagomis užterštus grūdus. Grybų hifai greičiausiai įsiskverbia į grūdų vidų pro natūralius arba dėl pažeidimų atsiradusius plyšelius (Ominski et al., 1994). Mikromicetų vystymąsi kai kurių augalų sėklose trukdo jose esančios tam tikros cheminės medžiagos. Pavyzdžiui, sojų sėklose aptinkamos medžiagos, slopinančios proteazių aktyvumą ir trukdančios skaldyti sėklose esančius baltymus. Dėl to šios medžiagos apsaugo sėklas nuo mikroorganizmų bei kenkėjų (Sliesaravičius, Venskutonienė, 2000).

Drėgmės kiekis, kuriam esant galima saugiai sandėliuoti įvairius grūdus, skiriasi priklausomai nuo jų cheminės sudėties. Grūdai, kurių sudėtyje yra didelis kiekis riebalų, gali būti sandėliuojami drėgnesnėmis sąlygomis, negu grūdai, kurių pagrindinė sudedamoji dalis yra krakmolai. Į grūdų cheminę sudėtį būtina atsižvelgti ir pasirenkant jų džiovimo temperatūrą, nes pernelyg didelis įkaitinimas sukelia luobelės ar paties grūdo plyšimus. Todėl džiovinant kviečių, miežių ir rugių grūdus oro temperatūra džiovimo talpoje negali pakilti daugiau kaip 43, o sojų sėklas – 30°C (FAO, 1995). Perkaitinimas gali pakeisti grybo vystymosi priklausomybę nuo vandens prieinamumo ir kiekio santykio. Tokiais atvejais grūdų kolonizavimas mikromicetais tampa įmanomas esant mažesniai a_w rodikliui (Tuite, Foster, 1963; Tuite et al., 1985). *Aspergillus* genties mikromicetams palankiausias sąlygos vystytis ir plisti yra tada, kai substrato drėgmė siekia 15–17% (a_w 0,80–0,85), o temperatūra 25–30°C. *Penicillium* genties mikromicetai geriausiai vystosi, kai drėgmės kiekis yra 18–21% (a_w 0,85–0,95), o temperatūra 20–25°C. *Alter-*

naria genties grybai sandėliuose išlieka ilgai, jei grūdai laikomi sausi (a_w 0,65). Nuo sandėliuojamų grūdų išskirtų mikromicetų ekologinis spektras yra labai platus. Čia aptinkami psichrotolerantių, mezofilinių, termofilinių, kserofilinių ir hidروفilinių rūšių mikromicetai. Tai gali būti fitopatogenai, epifitai, endofitai arba saprofitai (Chelkowski, Grabarkiewicz-Szczesna, 1991; Trojanowska, 1995).

Išoriniai veiksniai, lemiantys grūdų sandėliavimo saugos sėkmę ir apsaugą nuo mikromicetų žalingo poveikio, yra gana įvairūs ir nepakankamai ištirti. Grūdų pažeidimo procesuose vyraujančių mikromicetų ratas plečiasi dėl grūdų ir naujų rūšių mikromicetų įvežimo iš kitų kraštų. Nors derliaus nuėmimo ir sandėliavimo sąlygos nuolat gerinamos, dėl grūdų pažeidimo mikromicetais kasmet patiriama didelių ekonominių nuostolių. Kai kurie grūdus pažeidžiantys mikromicetai gamina ir išskiria į aplinką nuodingus antrinius metabolitus, kurie net mažais kiekiais yra kenksmingi žmonių ir gyvulių sveikatai. Naudojant mikotoksinais užterštą maistą ar pašarus, pažeidžiami vidaus organai, gali išsivystyti įvairios ligos, susilpnėja imuninė sistema (Ueno, 1986; Flannigan, 1987; Lugauskas ir kt., 2002). Daugelyje Europos šalių mikotoksinais laikomi svarbiais maisto produktų ir pašarų teršalais, ir jų kiekį reglamentuoja įstatymai.

Šio darbo tikslas – ištirti kviečių, miežių, rugių, kukurūzų grūdus bei sojų sėklas pažeidžiančius mikromicetus ir nustatyti ekologinius veiksnius, lemiančius jų plitimą ir vystymąsi.

TYRIMŲ VIETA, OBJEKTAS IR METODAI

1999–2002 m. atlikti Lietuvoje auginamų kviečių (*Triticum aestivum* L.), miežių (*Hordeum distichon* L.), rugių (*Secale cereale* L.) ir kukurūzų (*Zea mays* L.) grūdų bei lenkiškos veislės 'Progress' sojų (*Glycine max* (L.) Merr.) sėklų užterštumas mikromicetų pradais jų nuėmimo, džiovavimo ir sandėliavimo metu. Iš laukuose esančių subrendusių javų grūdų mėginiai buvo paimti įvairiose Lietuvos vietose: kviečių ir miežių – Klaipėdos, Šilalės, Raseinių, Kėdainių, Jonavos, Kauno, Kaišiadorių ir Prienų, rugių – Kauno, Kėdainių ir Raseinių, kukurūzų – Kauno, Vilniaus ir Prienų rajonuose, sojų sėklų – Lietuvos žemės ūkio universiteto (LŽŪU) Bandytų stotyje, Kauno rajone, Noreikiškėse.

Sandėliuojamų grūdų mėginiai tyrimams buvo imami iš 5 patalpų. Trijose iš jų grūdai buvo džiovinami ir laikomi skirtingomis sąlygomis: LŽŪU Bandytų stoties sandėlyje, LŽŪU Šilumos ir biotechnologijų inžinerijos katedros sandėlyje, Kauno r. Arlaviškių k. esančio privataus ūkio sandėlyje. Sąlyklinių miežių grūdų mėginiai imti iš Panevėžio UAB „Litmalt“, kur naudojami Lietuvoje išauginti

grūdai ir Kauno SPAB „Stumbras“ alaus gamyklos, kuri paruoštą ir išdžiovintą savyklą gavo iš Čekijos Respublikos. Grūdų džiovavimo tyrimams buvo panaudotas LŽŪU Šilumos ir biotechnologijų inžinerijos katedroje suprojektuotas ir pagamintas aerodinaminių tyrimų stendas (Krasauskas, Veiveris, 2001). Grūdų drėgnumas mėginių ėmimo metu matuotas mobiliu termohigrometru „Wile 35“.

Paviršiniam grūdų užterštumui mikromicetais nustatyti taikytas nuplovimo fiziologiniu tirpalu metodas (Trojanowska, 1991), vidiniam – kai grybas pažeidėjas prasiskverbęs pro apsauginę luobelę ir vystosi vidinėse grūdo dalyse – T. Smirnovos ir E. Kostrovos (1989) pasiūlytas metodas. Mikromicetams auginti naudotos agarizuotos sintetinė Čapeko (ČA) ir alaus misos (AMA) terpės. Mikromicetai auginti termostate $26 \pm 2^\circ\text{C}$ temperatūroje. Išaugusios kolonijos skaičiuotos 3, 5 ir 7-ą parą. Išaugę grybai buvo išgryninti iki monokultūrų ir identifikuoti vadovaujantis įvairiais apibūdinimojais (Raper, Thom, 1949; Raper et al., 1965; Charmichael et al., 1980; Domsh et al., 1980; Gerlach, Nirenberg, 1982; Ramirez, 1982; Nelson et al., 1983; Лугаускас и др., 1987). Vyraujančių genčių ir rūšių mikromicetų nustatymui naudotas aptinkamumo dažnio rodiklis. Patalpų oro užterštumo mikromicetų pradais įvertinimas atliktas sedimentacijos būdu ir apskaičiuotas pagal formulę:

$$X = \frac{a \times 10^4 \times 5}{s \times t};$$

čia X – grybų pradų skaičius (kfv – kolonijas formuojantys vienetai) / 1 m^3 oro, a – išaugusių kolonijų skaičius, s – paviršiaus plotas cm^2 , t – ekspozicijos trukmė min. (Cox, 1987). Nuo mikromicetų pažeistų sandėliavimo patalpų konstrukcijų ir patalpose esančių daiktų mikromicetai išskirti tiesioginio atsėjimo būdu. Dulkių mėginiai nuo įvairių paviršių paimti sterilios vatos gniužulėliais ir perkelti ant agarizuotų terpių atspaudų būdu.

TYRIMŲ REZULTATAI

Tyrimų rezultatų analizė parodė, kad laukuose bręstančių grūdų užterštumo mikromicetų pradais lygis tiesiogiai priklauso nuo brandimo metu buvusių oro sąlygų. Tyrimų vykdymo metais meteorologinės sąlygos buvo nevienodos, jos ženkliai skyrėsi tiek augalų vegetacijos, tiek derliaus nuėmimo metu.

1999 m. pavasario antra pusė ir vasara – labai sausringos. Ypač sausi ir karšti orai buvo liepą ir rugpjūtį. Pagal Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos leidžiamuose „Meteorologiniuose biuleteniuose“ 1999–2001 m. paskelbtus duomenis, nurodytų metų antroje liepos mėnesio pusėje pradėjo trūkti drėgmės, o antrojo dešimtadienio sausvėjai visiškai sustabdė augalų vegetaciją. 1999 m. vasara įvardyta

sausringiausia per visą Lietuvos meteorologinių duomenų registracijos istoriją. Javapjūtei orai buvo palankūs. Ji prasidėjo anksti – liepos viduryje. Stipriau lyti pradėjo tik rugsėjo antroje pusėje. Spalis buvo lietingas, o nuo antrosios dekados vėsus. Todėl sojų ir kukurūzų derliaus nuėmimo sąlygos buvo prastos. Sausringa vasara sudarė sąlygas kai kurių rūšių mikromicetų paplitimui. Ant miežių ir kukurūzų šiais metais dažnai buvo aptinkama *Aspergillus flavus* Link rūšies ir *Penicillium* Link genties mikromicetų. Rudens sąlygomis sojų sėklos sudrėko iki 45,90% ($a_w = 1,0$), ilgai džiuvo. Ant sėklų buvo gausu *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link ex Gray, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Arthrotrys oligospora* Fresen. ir kitų mikromicetų.

2000 m. pavasarį ir vasarą meteorologinės sąlygos buvo labai nepastovios. Pavasario pradžia šilta, vidutiniškai drėgna, gegužės naktimis buvo dažnos šalnos, kurios tęsėsi ir birželį. Dienos buvo labai kontrastingos: vienomis būdavo gana karšti, kitomis – labai vėsūs orai. Grūdų brandimo metu liepą ir rugpjūtį vyravo vėsūs lietingi orai. Stiprios liūtys buvo rugpjūtį. Javapjūtė vėlavo, meteorologinės sąlygos jai buvo labai nepalankios. Daugelis ūkininkų patyrė nemažų nuostolių dėl *Fusarium* Link, *Alternaria* Nees, *Cladosporium* Link genčių grybų intensyvaus vystymosi ant sudrėkusių grūdų. Be minėtų grybų, ant grūdų buvo gausu sterilaus micelio (*Mycelia sterilia*), kuris auginamas ant mitybinių terpių gerai vystėsi, bet jokių specializuotų dauginimosi organų nesudarė. Rugsėjis ir ypač spalį nusistovėjo sausi, gana šilti orai. Sojų ir kukurūzų derliaus subrendimui ir nuėmimui sąlygos buvo geros. Grūdai mažai užteršti mikromicetų pradais.

2001 m. pavasario meteorologinės sąlygos buvo nepastovios: kovo–gegužės mėnesiais šilti ir sausi orai nuolat keitėsi į šaltus ir lietingus. Meteorologinė vasara prasidėjo vėlai. Birželį naktimis buvo dažnos šalnos. Liepą vyravo labai drėgni ir šilti orai. Rugpjūčio mėnesio didžioji dalis taip pat buvo šilta, tačiau pasitaikydavo liūčių. Mėnesio pabaigoje orai atvėso. Javapjūtės sąlygos, kaip ir 2000 m., buvo nepalankios. Labai drėgna vasara buvo palanki *Alternaria* genties mikromicetams vystytis ir plisti. Jų aptinkamumo dažnis ant daugelio grūdų mėginių siekė 100%. Plačiausiai paplitę buvo *Alternaria alternata* rūšies grybai. Rugsėjis ir spalį buvo vidutiniškai šilti ir drėgni orai. Sojų ir kukurūzų subrendimo ir derliaus nuėmimo sąlygos buvo normalios. Sėklų ir grūdų užterštumas mikromicetų pradais buvo nedidelis.

Mikromicetų pradų gausa sandėliavimo patalpų ore ir ant grūdų labai priklauso nuo juose vykdomų darbų, oro judėjimo intensyvumo, metų laiko bei palaikomos švaros. Tirtų sandėlių mikologinė būklė buvo nevienoda. SPAB „Stumbro“ sandėlyje, kur bu-

vo laikomas džiovintas salyklas, mikromicetų pradų skaičius buvo nedidelis ir gana pastovus. Šis sandėlis buvo nuolat valomas, dezinfekuojamas, jame įrengta speciali drėgmė ir temperatūrą reguliuojanti ventiliacijos sistema. Kituose tirtuose sandėliuose mikromicetų pradų santalka ore tiesiogiai priklausė nuo patalpų priežiūros, jose vykdomų darbų ir lauko meteorologinių sąlygų. Pavyzdžiui, LŽŪU Bandytų stoties grūdų sandėlyje mikromicetų pradai 1999 m. vasarį tesiekė 4818 kfv/m³ oro, o 2001 m. rugpjūtį – 16020 kfv/m³ oro.

Sojų sėklos ir kukurūzų grūdai esant vienodoms saugojimo sąlygoms mikromicetų pradais buvo mažiau užteršti negu kitų tirtų javų grūdai. Tai galima paaiškinti tuo, kad sojų sėklos iki visiško subrendimo būna sandariai uždarytose ankštyse. Mikromicetų pradai ant sėklų patenka tik derliaus apdoravimo metu. Kukurūzų grūdai brandimo metu taip pat būna uždaroje burbulėse, į kurias geba įsiskverbti tik patogeniniai mikromicetai, dažniausiai *Fusarium* genties grybai, kurie buvo aptikti grūduose, esančiuose po burbulės apsauginiu sluoksniu. Apskritai ant sojų sėklų bei kukurūzų grūdų mikromicetų pradų aptikta mažiau negu ant kitų javų grūdų derliaus nuėmimo ir sandėliavimo metu. Nustatyta tiesioginė priklausomybė tarp morfologinės grūdų sandaros ir jų užterštumo mikromicetų pradais, taip pat tarp grūdo paviršiaus ploto ir jo masės santykio.

Tyrimo laikotarpiu iš tirtų grūdų bei sandėlių aplinkos buvo išskirti ir identifikuoti 83 rūšių mikromicetai, priklausantys 26 gentims. Daugumą išskirtų mikromicetų sudarė mitosporiniai grybai (20 genčių, 68 rūšys), kurie remiantis D. L. Hawksworth ir kt. (1995) pasiūlyta grybų klasifikacija išskiriami į atskirą specifinę grupę, nepriklausančią jokiam taksonominiam rangui.

Per visą tyrimo laikotarpį ant iš laukų paimtų grūdų vyravo *Alternaria* genties mikromicetai. Jie sudarė 47,8% visų išskirtų izoliatų. *Fusarium* genties izoliatų išskirta 27,3%, *Cladosporium* – 11,5%, *Bipolaris* Shoemaker – 8,8%, *Aspergillus* Link – 3,1%, *Penicillium* – 1,1%, kitų genčių mikromicetų – 0,4%. 14% visų išskirtų mikromicetų sudarė sterilus micelis – *Mycelia sterilia*. Daugumą išskirtų rūšių mikromicetų buvo galima aptikti ant visų tirtų augalų grūdų. Tačiau pasitaikė mikromicetų, kurie vyravo tik ant atskirų augalų grūdų: *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Sholm. dažniausiai pažeidė miežių, rečiau rugių ir kviečių grūdus. *Arthrotrys oligospora* Fresen. buvo paplitęs ant kukurūzų grūdų ir sojų sėklų, *Sep-toria glycines* Hemmi – tik ant sojų. Apie vyraujančių rūšių mikromicetus, paplitusius ant iš laukų paimtų subrendusių įvairių augalų grūdų, galima spręsti iš duomenų, pateiktų 1 lentelėje.

Alternaria alternata (1 pav.) mikromicetai buvo vieni labiausiai paplitusių šios genties rūšių grybų

1 lentelė. Vyraujančių rūšių mikromicetai ant iš laukų paimtų subrendusių grūdų: K* – kviečiai, M – miežiai, R – rugiai, Ku – kukurūzai, S – sojos

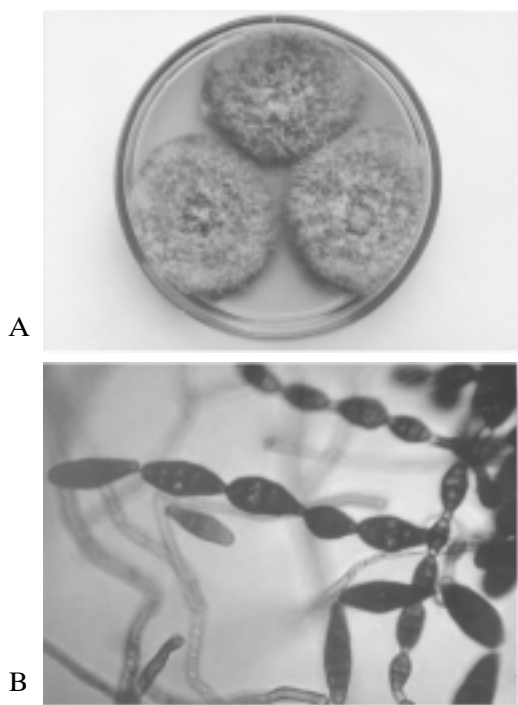
Table 1. Predominant fungal species found on different ripen grain: K* – wheat, M – barley, R – rye, Ku – corn, S – soybean

Mikromicetų rūšis Fungal species	Aptikimo dažnis grūduose % Detection frequency in grain, %	Grūdai, kuriuose aptikti mikromicetai Grain contaminated with fungi
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	83,0	K*, M, R, Ku, S
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Smith) Sacc.	44,7	K, M, R, S
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	41,0	K, M, R, Ku
<i>Alternaria tenuissima</i> (Kunze ex Pers.) Wiltshire	33,6	K, M, R, Ku, S
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex Gray	31,5	K, M, R, Ku, S
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	31,2	K, M, R
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.	28,9	K, M, R, Ku
<i>Fusarium nivale</i> Ces. ex Sacc.	19,6	K, M, R, Ku
<i>Aspergillus flavus</i> Link	14,0	K, M, R, Ku, S
<i>Phoma betae</i> Frank	7,1	K, M, R, S
Kitos rūšys	14,3	K, M, R, Ku, S
<i>Mycelia sterilia</i>	37,5	K, M, R, Ku, S

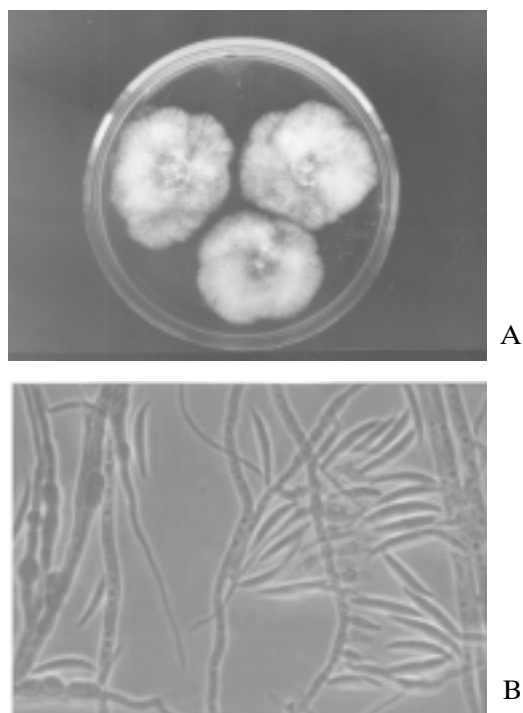
ant subrendusių įvairių augalų grūdų. *A. tenuissima* rūšies mikromicetai, kurių aptinkamumo dažnis buvo 33,6%, dažnesni buvo ant rugių ir sojų grūdų. *A. longipes* (Ellis et Everch.) E. W. Mason mikromicetai išskirti tik nuo kviečių ir sojų grūdų. Rečiau aptikti *A. pluriseptata* (P. Karst et Har.) Jorst, *A. raphani* Groves et Skolko ir *A. solani* Sorauer rūšims priklausantys šios genties mikromicetai.

Fusarium genties mikromicetų aptikimo dažnis grūduose siekė 93,5%. Labiausiai jie buvo išplitę ant

varpinių augalų grūdų. Daugiausia izoliatų priskirta *Fusarium culmorum* rūšies mikromicetams. Jie aptikti ant kviečių, miežių, rugių grūdų ir sojų sėklų. Rugių ir miežių grūdus intensyviai pažeidė *Fusarium equiseti* (2 pav.) rūšies mikromicetai – žinomi toksiškų antrinių metabolitų producentai. Ant minėtų grūdų taip pat buvo paplitę *Fusarium avenaceum* rūšies mikromicetai. 19,6% tirtų grūdų pažeidė *Fusarium nivale*. Rečiau buvo aptinkami kitų rūšių šios genties mikromicetai: *F. chlamyosporium* Wollenw.



1 pav. *Alternaria alternata*: A – kolonijos ant agarizuotos alaus misos terpės, B – konidijų grandinėls, × 600
Fig. 1. *Alternaria alternata*: A – colonies on malt agar, B – conidial chains, ×600



2 pav. *Fusarium equiseti*: A – kolonijos ant agarizuotos alaus misos terpės, B – makrokonidijos, × 400
Fig. 2. *Fusarium equiseti*: A – colonies on malt agar, B – macroconidia, ×400

et Reinking, *F. graminearum* Schwabe, *F. merismoides* Corda, *F. moniliforme* J. Sheld. *F. sporotrichioides* Sherb., *F. oxysporum* Schlecht emend Snyder et Hans., *F. solani* (Mart.) Appel et Wollenw.

Ant visų tirtų augalų grūdų dažnai buvo aptinkami *Cladosporium herbarum* rūšies mikromicetai. Šie grybai sudarė 11,5% tarp visų identifikuotų grybų, o jų aptikimo dažnis siekė 31,5%. Šios rūšies grybai vyravo ant kukurūzų (3 pav.) ir sojų jų nuėmimo metu. Ypač šie grybai buvo paplitę 1999 m. rudenį, kai vyravo vėsūs ir drėgni orai.



3 pav. *Cladosporium herbarum* grybų pažeista subrendusi kukurūzų burbuolė

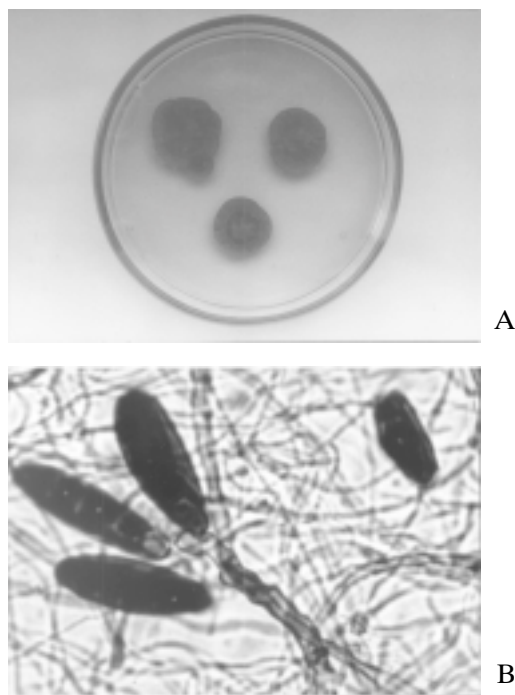
Fig. 3. Ripen corn ear damaged by fungus *Cladosporium herbarum*

Iš 28,9% varpinių javų: kviečių, miežių, rugių, rečiau kukurūzų grūdų mėginių buvo išskirti *Bipolaris sorokiniana* (4 pav.) rūšies mikromicetai. Šie grybai labiausiai pažeidė miežių grūdus, ant kurių aptikimo dažnis siekė 36%. Esant palankioms sąlygoms šie mikromicetai stipriai pažeidžia, o atskirais atvejais sunaikina miežių pasėlius (Лырацкий, 1988).

Pažymėtina, kad ant laukuose subrendusių grūdų dažni buvo *Aspergillus flavus* (5 pav.) mikromicetai, nors dauguma *Aspergillus* genties rūšių dažniau buvo aptinkami sandėlio sąlygomis. Minėtas grybas išskirtas nuo 14% tirtų grūdų mėginių. Plačiausiai šios rūšies grybai buvo paplitę ant kukurūzų ir kviečių grūdų, ypač palankią jų vystymuisi sausringą 1999 m. vasarą. Nustatyta, kad kai kurios šio grybo padermės geba sintetinti aflatoksiną B₁ ir kitus stiprius toksinus. Šiais grybais užkrėstų grūdų naudojimas yra pavojingas žmonių ir gyvulių sveikatai.

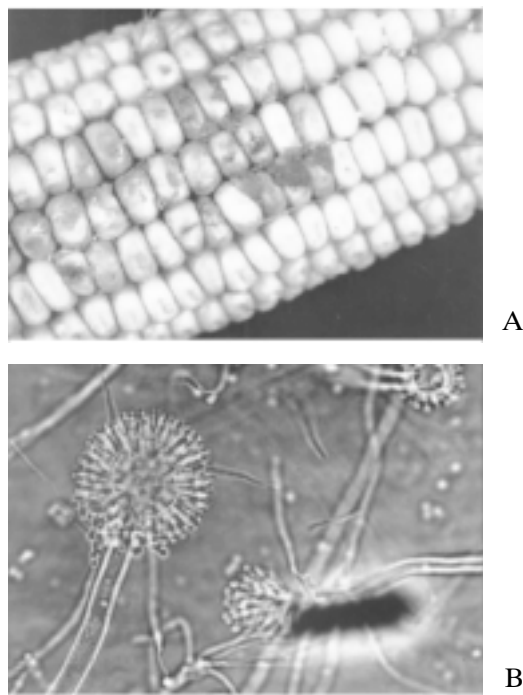
Kiek rečiau nuo tirtų grūdų buvo išskiriami mikromicetai priklausantys *Arthrobotrys oligospora* Fresen., *Mortierella hyalina* (Harz) W. Gams, *Ascochyta pisi* Lib., *Botrytis cinerea* Pers. et Fr., *Penicillium granulatum* Bainier, *Phoma betae* Frank, *Ph. herbarum* Westend., *Ph. pomorum* Thüm, *Septoria glycines* Hemmi, *Ulocladium consortiale* (Thüm) E. G. Simmons, *U. chartarum* (Preuss) E. G. Simmons rūšims.

Ant tiesiog iš kviečių varpų paimtų, išoriškai sveikų grūdų rasta nuo 328 iki 502 kfv/g mikromicetų,



4 pav. *Bipolaris sorokiniana*: A – kolonijos ant agarizuotos alaus misos terpės, B – konidijos, $\times 600$

Fig. 4. *Bipolaris sorokiniana*: A – colonies on malt agar, B – conidia, $\times 600$



5 pav. *Aspergillus flavus*: A – grybo pažeista kukurūzo burbuolė, B – konidijų susidarymo bendras vaizdas, $\times 600$

Fig. 5. *Aspergillus flavus*: A – a corn ear damaged by the fungus, B – common view of conidia formation, $\times 600$

tarp kurių vyravo *Fusarium* ir *Alternaria* genčių mikromicetai. *Fusarium* genties grybai išskirti iš 81% tirtų grūdų. Identifikuoti *F. equiseti*, *F. nivale*, *F. gra-*

minearum, *F. sporotrichioides* rūšims priklausantys grybai. *Alternaria* genties grybai priklausė 3 rūšims: *Alternaria alternata* (aptikimo dažnis 73%), *A. tenuissima* (22%), *A. pluriseptata* (5%). Kitų nuo kviečių grūdų išskirtų rūšių mikromicetų aptikimo dažnis buvo toks: *Cladosporium herbarum* 20%, *Aspergillus flavus* 14%, *Bipolaris sorokiniana* 14%, *Mycelia sterilia* 37%.

Miežių grūdų drėgnumas mėginių ėmimo metu atskirais metais buvo nevienodas. Aplinkos sąlygos ženkliai veikė mikromicetų paplitimą ir jų rūšių įvairovę ant grūdų. Pavyzdžiui, sausais metais, kai miežių grūdų drėgnumas buvo 11,9–13,5% ($a_w = 0,65–0,70$), ant jų vyravo *Aspergillus flavus* ir kai kurie *Penicillium* genties mikromicetai. Drėgnesniais metais miežių grūdai dažniausiai buvo pažeisti *Bipolaris sorokiniana*, *Alternaria alternata* ir *Fusarium* genties mikromicetų (6A pav.). Įvairiais tyrimo metais miežių grūdų užterštumas mikromicetų pradais siekė nuo 733 iki 1020 kfv/g ir visada buvo didesnis už kitų augalų grūdų užterštumą. Pažymėtina, kad grybų *Bipolaris sorokiniana* aptikimo dažnis ant miežių grūdų siekė 32%. Tai žinomas miežių ligos helmintosporiozės sukėlėjas. Kiti nuo miežių grūdų išskirti grybai priklausė *Fusarium sporotrichioides* (aptikimo dažnis 19%), *F. culmorum* (17%), *F. avenaceum* (23%) *F. equiseti* (12%), *Cladosporium herbarum*

(23%), *Alternaria alternata* (41%), *Aspergillus flavus* (8%), *Mycelia sterilia* (22%).

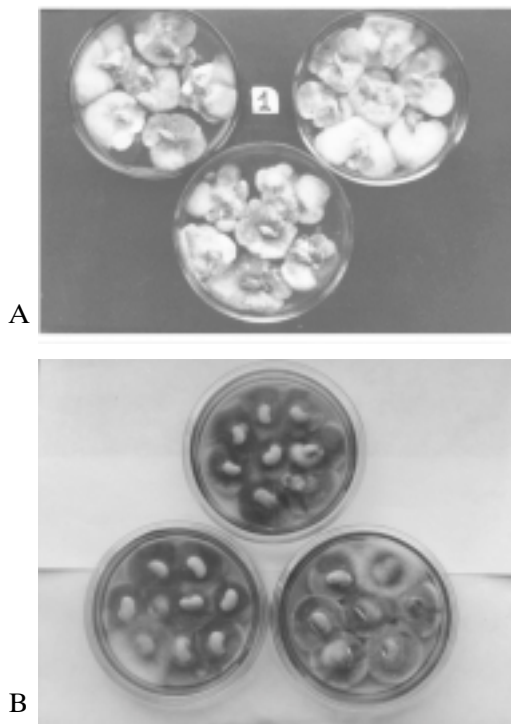
Tyrimo metais rugiai buvo auginami rečiau ir užėmė mažesnius plotus, todėl nuo jų išskirti tik 17 rūšių mikromicetai. Laukuose subrendusių rugių grūdų užterštumas mikromicetų pradais buvo 580–867 kfv/g. Didžiausias aptikimo dažnis buvo *Alternaria alternata* (47%), *A. tenuissima* (11%), *Fusarium equiseti* (32%), *F. culmorum* (29%), *F. avenaceum* (21%), *Cladosporium herbarum* (16%), *Bipolaris sorokiniana* (16%), *F. graminearum* (17%), *F. chlamydosporum* (7%), *Mycelia sterilia* (27%).

Pastaraisiais metais Lietuvoje grūdams pradėti auginti kukurūzai. Dėl nepalankių oro sąlygų 1999 m. spalio mėnesį, kai kukurūzų grūdų drėgnumas siekė 27,5–32,6% ($a_w = 1,0$), beveik visos burbuolės buvo padengtos grybų apnašu, dažniausiai iš *Cladosporium* ir *Alternaria* genčių. Vyravo *Alternaria alternata* (100%), *Cladosporium herbarum* (73%), *Fusarium moniliforme* (34%), *F. graminearum* (22%). Kukurūzų grūdų užterštumas mikromicetų pradais siekė 340–470 kfv/g. Be paminėtų rūšių grybų dar buvo aptinkami *Fusarium nivale* (17%), *F. culmorum* (11%), *Arthrobotry oligospora* (11%), *Penicillium granulatum* (8%).

Lietuvos klimato sąlygomis daugumos veislių sojos, pasėtos gegužės pradžioje, subręsta rugsėjo pabaigoje, kai oras būna drėgnas ir vėsus. Tačiau ir tokiomis sąlygomis tirtų 'Progress' veislės sojų sėklų užterštumas mikromicetais buvo nedidelis – 32–56 kfv/g. Nuo sojų sėklų buvo išskirti 7 rūšių mikromicetai, tarp kurių vyravo *Alternaria longipes*, *Fusarium chlamydosporium* ir *Septoria glycines*. Tyrimų metu dalis sojų augalų liko lauke ilgesniam laikui, juos pažeidė šalnos. Tokių augalų sėklų drėgnumas buvo padidėjęs, luobelė sutrūkinėjusi (6B pav.). Tokias sėklas lengvai pažeidė mikromicetai, ypač *Septoria glycines*. Tačiau buvo matyti, kad šis grybas gilyn į sėklos audinius nesiskverbė, ardė tik pačią luobelę. Nuo pažeistų sėklų taip pat išskirti *Fusarium nivale*, *F. chlamydosporium*, *Ulocladium consortiale*, rečiau kitų rūšių mikromicetai. Sojų priešsėliui yra nereikšmingas, tačiau nerekomenduotina jų auginti po kitų ankštinių augalų, nes gali būti tų pačių ligų sukėlėjų (Bradenburger, 1985).

1999–2002 m. atliktas patalpų, kuriose grūdai džiovinami ir sandėliuojami, mikologinis įvertinimas. Oro užterštumas visuose tirtuose sandėliuose buvo nevienodas (2 lentelė).

Paiškėjo, kad visuose tirtuose sandėliuose ir džiovyklose aptinkami tų pačių rūšių mikromicetai, nepriklausomai nuo juose laikomų grūdų. Iš tirtų patalpų oro ir sandėliuojamų grūdų buvo išskirti ir identifikuoti 70 rūšių mikromicetai, priklausantys 21 genčiai. Labiausiai išplitę buvo *Penicillium* genties mikromicetai, kurie oro pasėliuose sudarė 46,2%, o iš grūdų išskirtų izoliatų – 32% (3 lentelė).



6 pav. A – įvairių mikromicetų pažeisti miežių grūdai, B – mikromicetų pažeistos sojų sėklos
Fig. 6. A – barley grains damaged by various fungi. B – soybean seeds damaged by fungi

2 lentelė. Oro užterštumas mikromicetų pradais tirtose grūdų sandėliavimo patalpose
Table 2. Evaluation of air contamination with fungal propagules in grain storage rooms

Oro užterštumo apibūdinimas Air contamination (FAO, 1995)	Mikromicetų pradų kiekis kvf/m ³ Amount of fungal propagules, cfu/ m ³	Tirtos grūdų sandėliavimo patalpos Grain storage rooms
Labai mažas Very low	< 50	–
Mažas Low	< 200	–
Vidutinis Medium	< 1000	SPAB „Stumbras“ salyklo sandėlis Dried malt storage of mill „Stumbras“
Didelis High	< 10 000	LŽŪU bandymų stoties sandėlis Grain storage of the Trial station of LAU
Labai didelis Very high	> 10 000	LŽŪU Šilumos ir biotechnologijų inžinerijos katedros ir privataus ūkio Arlaviškių k. sandėliai Grain storage of the Department of heat and biotechnology engineering at LAU, Grain storage of the private farm in Arlavishkes

3 lentelė. Vyraujančių genčių mikromicetai tirtuose grūdų sandėliuose ir džiovyklose
Table 3. Prevailing fungal genera in grain storage rooms

Gentis Genus	Patalpų, kuriose aptikti mikromicetai, skaičius Number of storage rooms where fungi were found	Genties mikromicetų dalis tarp visų izoliatų % Part of the genus among all fungal strains, %		Identifikuotų rūšių skaičius Number of identified species
		grūduose In grain	ore In air	
<i>Penicillium</i> Link	4	32,0	46,2	23
<i>Aspergillus</i> Link	4	27,3	27,5	9
<i>Rhizopus</i> Ehrenb.	4	16,8	9,3	3
<i>Rhizomucor</i> Lucet et Costantin	4	11,3	6,9	1
<i>Eurotium</i> Link	3	5,2	0,9	2
<i>Cladosporium</i> Link	3	4,6	1,2	1
<i>Alternaria</i> Nees	4	0,3	0,8	5
<i>Arthrotrichum</i> Corda	2	0,2	0,5	1
Kitos gentys	4	1,9	3,0	18
<i>Mycelia sterilia</i>	4	0,4	4,8	–

Tiriant grūdų sandėliuose aptinkamų mikromicetų rūšių sudėtį nustatyta, kad labiausiai paplitę buvo *Penicillium verrucosum* rūšies mikromicetai (4 lentelė). Jų aptikimo dažnis grūduose buvo 43,3%, ore – 74,8%. Šių grybų ypač buvo gausu miežių grūduose. Ant grūdų ir patalpose gausu buvo *Penicillium chrysogenum* (atitinkamai 39 ir 58,2%) ir *P. expansum* (19,1 ir 35,2%) grybų pradų. Šių rūšių mikromicetai sintetina įvairios cheminės sudėties lakiąsias medžiagas ir toksiškumu pasižymintį antrinius metabolitus: ochratoksina A, penicilina, rokvefertina, ksantocilina, patulina, citrulina

ir kt. (Domsh et al., 1980). Todėl jų paplitimas sandėliavimo patalpose ir ant grūdų labai nepageidautinas.

Rečiau iš sandėliuojamų grūdų ir patalpų oro buvo išskiriami kiti *Penicillium* genties mikromicetai: *P. brevicompactum* Dierckx, *P. claviforme* Bainier, *P. digitatum* Sacc., *P. decumbens* Thom, *P. funiculosum* Thom, *P. implicatum* Biourge, *P. lanosum* Westling, *P. nalgiovense* Laxa, *P. olivinoviride* Biourge, *P. purpurescens* Sopp., *P. roqueforti* Thom, *P. spinulosum* Thom, *P. stoloniferum* Thom, *P. tardum* Thom, *P. verruculosum* Peyronel.

4 lentelė. Vyraujančių rūšių mikromicetai tirtuose grūdų sandėliuose ir džiovyklose

Table 4. Fungal species that prevailed in different grain storage rooms

Mikromicetas Fungi	Aptikimo dažnis % Detection frequency, %	
	grūduose In grain	ore In air
<i>Penicillium verrucosum</i> Dierckx	43,3	74,8
<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	39,0	58,2
<i>Penicillium expansum</i> Link	19,1	35,2
<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresen.	16,1	20,4
<i>Penicillium viridicatum</i> Westling	15,8	20,0
<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb. ex Fr.) Vuill.	15,6	15,8
<i>Penicillium roqueforti</i> Thom	14,4	17,1
<i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx	14,1	12,3
<i>Aspergillus flavus</i> Link	14,1	15,4
<i>Rhizomucor pusillus</i> (Lindt) Schipper	11,2	8,9
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	8,7	17,1
<i>Eurotium herbariorum</i> (Wiggers) Link ex Gray	6,3	25,0
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	4,7	1,6
Kitos rūšys	4,5	11,0
<i>Mycelia sterilia</i>	12,9	22,3

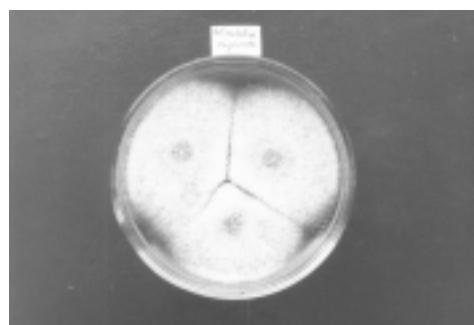
Iš sandėliuojamų grūdų ir patalpų oro buvo išskirti *Aspergillus* genties 9 rūšių mikromicetai, kurie grūduose sudarė 27,3%, ore – 27,5% visų išskirtų mikromicetų. Vyraavo *A. fumigatus* rūšies mikromicetai, kuriems būdingas termotolerantiškumas ir kosmopolitiškumas. Grūdų mėginiuose jie sudarė 16,1%, ore – 20,4%. Paminėtini šių grybų gaminiai toksinai: fumigaklavina, fumigatina, gliotoksina ir kt. Iš sandėliuojamų grūdų ir patalpų oro pastoviai buvo išskiriami *A. flavus* rūšies mikromicetai. Jie gamina aflatoksinus, aflavazolį, aflatremą, fumigaliną ir daug kitų toksinių medžiagų (Frisvad, 1995). Kiek rečiau iš sandėliuojamų grūdų buvo išskirti ir identifikuoti kitoms *Aspergillus* gentims priklausantys mikromicetai: *A. oryzae* (Ahlb.) Cohn, *A. raperi* Stolk, *A. restrictus* G. Sm., *A. versicolor* (Vuill.) Tirab., *A. silvaticus* Fennell et Raper, *A. candidus* Link.

Nuo sandėliuojamų grūdų ir iš patalpų oro buvo dažnai išskiriami *Rhizopus*, *Rhizomucor* bei *Mucor* genčių mikromicetai. *Rhizopus* genties mikromicetai išskirti iš 16,8% grūdų ir 9,3% oro mėginių. Vyraavo *Rhizopus stolonifer* rūšies grybai. Pažymėtina, kad kai kurios šių grybų padermės gali būti žmonių ir gyvūnų toksikozijų ir kitų ligų priežastis. Sudrėkusiuose grūduose aptikti *Rh. oryzae* Went ex Prins. Geerl. ir *Rh. delemar* (Boidin) Wehmer et Hanzawa rūšims priklausantys mikromicetai. *Rhizomucor pusillus* rūšies mikromicetai aptikti ant sandėliuojamų miežių, kviečių ir rugių grūdų bei patalpų ore (aptikimo dažnis atitinkamai 8,9% ir

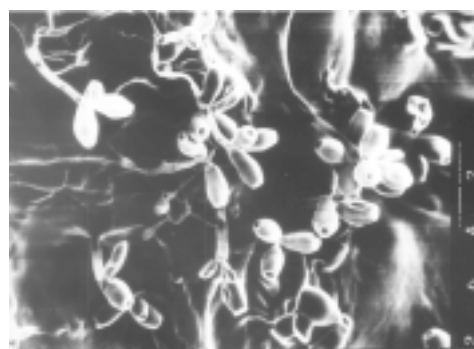
11,3% mėginių). Taip pat buvo išskirti *Mucor* genties mikromicetai: *M. hiemalis* Wehmer, *M. ramosissimus* Samutsevitsch, *M. racemosus* Fresen., *M. tauricus* Milko et Schkur. Tačiau jų aptikimo dažnis buvo ženkliai mažesnis.

Sojų sėklas sandėliavimo metu pažeidė *Arthrotrypis oligospora* Fresen. rūšies mikromicetai (7 pav.). Sėklų mėginiuose, paimtuose sandėliavimo pradžioje, spalio mėnesį šios rūšies mikromicetai sudarė 92,8%, vėliau jų gausumas ženkliai sumažėjo. *A. oligospora* mikromicetai yra kosmopolitai, paplitę ant natūralių substratų: augalų lapų, šaknų, gyvūnų organizmų. Grybas dažnai aptinkamas dirvožemyje, augalų rizosferoje. Tuo galima paaiškinti šio grybo didelį aptinkamumą dažni ant sojų sėklų. Tai susiję su šių augalų derliaus nuėmimo būdu. Subrendusios sojos raunamos su šaknimis, džiovinamos ir kuliamos. Tokiu būdu gry-

bo pradai nuo šaknų lengvai patenka ant sėklų. Nuo sojų sėklų buvo išskirta ir daug kitų dirvožemyje aptinkamų rūšių mikromicetų.



A



B

7 pav. *Arthrotrypis oligospora*: A – kolonijos ant agarizotos alaus misos terpės, B – konidijos, $\times 1000$ Fig. 7. *Arthrotrypis oligospora*: A – colonies on malt agar, B – conidia, $\times 1000$

DISKUSIJA IR IŠVADOS

Nustatyta, kad įvairiais keliais dar ant bręstančių augalų grūdų ir sėklų patekę mikromicetai yra vienas ekologinių veiksnių, ženkliai sumažinančių javų derlių ir pabloginančių jų kokybę. Ant grūdų patekusių mikromicetų pradų sudygmą ir tolimesnį vystymosi intensyvumą, taip pat jų veiklos pasekmes lemia meteorologinės sąlygos. Svarbiausiais veiksniais čia tampa santykinė oro drėgmė ir temperatūra, esanti augalų grūdų bei sėklų brendimo ir nuėmimo metu. Apie tai rašo įvairių šalių tyrinėtojai (Tuite, Foster, 1963; Chelkowski, 1991; Lacey, Magan, 1991; Trojanowska, 1991). Tai patvirtino ir Lietuvos meteorologinėmis sąlygomis atliktų tyrimų rezultatai. Reguluojant šiuos veiksnius sandėliavimo sąlygomis gaunamas didžiausias mikromicetų vystymosi apribojimo efektas, nes kviečių, miežių, kukurūzų ir kitų javų grūduose mikromicetai nesivysto, kol drėgmės kiekis javų grūduose neviršija 13,5%, sojos sėklose – 12,5% (Смирнова, Кострова, 1989).

Tyrimų laikotarpiu iš augalų grūdų ir sėklų bei sandėlių aplinkos buvo išskirti ir identifikuoti 83 rūšių mikromicetai, priklausantys 26 gentims. Daugumą identifikuočių mikromicetų sudarė 20 genčių, 68 rūšims priklausantys mitosporiniai grybai.

Nustatyta, kad lauko sąlygomis subrendusius dar varpose esančius arba tik nuimtus žemės ūkio augalų grūdus ir sėklas pažeidė *Alternaria* genties mikromicetai, priklausantys *A. alternata*, *A. tenuissima*, *A. longipes*, rečiau – *A. pluriseptata*, *A. rapheri*, *A. solani* rūšims. Iš varpinių augalų pažeistų grūdų buvo išskiriami *Fusarium* genties mikromicetai, priklausantys *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. avenaceum*, *F. nivale*, *F. oxysporum*, kiek rečiau – *F. chlamydosporum*, *F. graminearum*, *F. merismoides*, *F. moniliforme*, *F. sporotrichioides*, *F. solani* rūšims. *Fusarium* genties mikromicetų aptinkamumo dažnis grūduose siekė 93,5%.

Atskirais atvejais pažeistuose grūduose ir sėklose vyravo *Cladosporium*, *Bipolaris*, *Aspergillus*, *Penicillium* genčių grybai arba tiesiog sterilus micelis – *Mycelia sterilia*. Daugumos išskirtų ir identifikuočių rūšių mikromicetai buvo aptinkami ant visų tirtų augalų grūdų ir sėklų. Tačiau pasitaikė tokių rūšių mikromicetai, kurie vyravo tik ant atskirų augalų grūdų ar sėklų: *Bipolaris sorokiniana* labiausiai pažeidė miežių, rečiau rugių ir kviečių grūdus, *Arthrobotrys oligospora* buvo paplitęs ant kukurūzų ir sojų grūdų, *Septoria glycines* – tik ant sojų.

Nors kai kurie autoriai (Abramson, 1991; Moss, 1991; Ominski et al., 1994; Frisvad, 1995) teigia, kad *Aspergillus* genties grybai plačiau paplitę ant grūdų esančių sandėliuose, tačiau atliktų tyrimų sąlygomis ant laukuose subrendusių javų grūdų dažni buvo *Aspergillus flavus* rūšies mikromicetai. Šiais grybais užkrėstų grūdų panaudojimas maistui arba pašarams

yra rizikingas arba tiesiog pavojingas, nes plačiai žinomos šio grybo galimybės gaminti stiprias toksines medžiagas – aflatoksinus (Domsch et al., 1980; FAO, 1995; Frisvad, 1995). Dėl termotolerantiškumo, kosmopolitiškumo, aktyvios fermentinės veiklos bei potencialaus patogeniškumo ant grūdų nepageidaujami arba net pavojingi *Aspergillus fumigatus* rūšies grybai.

Neseniai Lietuvoje auginama soja. Ant jos sėklų vyravo *Alternaria longipes*, *Fusarium chlamydosporum* ir *Septoria glycines* rūšių grybai. Pirmiausia *Septoria glycines* rūšies grybai pažeidžia tas sojų sėklas, kurių luobelė dėl įvairių priežasčių yra sutrūkinėjusi. Pastebėta, kad į vidinius sėklos audinius grybas nesišverbia, o vystosi sėklos paviršiuje. Nors soja laikoma nereiklia aplinkai, tačiau nerekomenduotina jos auginti po kitų ankštinių augalų, nes pasėlius gali pažeisti bendri ligų sukėlėjai, išlikę prieššėlio augalų šaknyse arba dirvožemyje.

Nustatyta, kad sandėliavimo metu ant augalų grūdų ir sėklų plačiai išplitę *Penicillium* genties įvairių rūšių mikromicetai. Daugeliui šios genties rūšių mikromicetų yra būdingas gebėjimas gaminti ir išskirti į aplinką toksiškus antrinius metabolitus (Abramson, 1991; Holmberg, 1992; Frisvad, 1995; Lugauskas ir kt., 2002). Kai kuriuose tirtuose sandėliuose dominavo *Penicillium verrucosum* rūšies mikromicetai: grūduose jie sudarė 43,3%, o ore – 74,8% visų aptiktų mikromicetų. Pastarosios rūšies mikromicetai aptinkami dirvožemyje ir ant daugelio kitų substratų, gamina ir išskiria į aplinką ochratoksiną A, penicilino rūgštį, citrininą, ergosterolius ir kitas toksines medžiagas, todėl jų paplitimas ant sandėliuojamų grūdų ir patalpose yra labai nepageidautinas.

Siekiant išvengti didesnių ekonominių nuostolių, pagerinti grūdų ir sėklų kokybę ir pašalinti žmonėms ir gyvūnams keliamą pavojų, kurį sudaro maistui ir pašarams naudojami mikromicetų pažeisti grūdai, būtina nustatyti grūdų pažeidėjus, ištirti jų ekologinius bei fiziologinius savitumus ir panaudoti kompleksą priemonių, ribojančių grybų plitimą ir vystymąsi ne tik ant augalų grūdų ir sėklų, bet ir ant kitų substratų, kurie yra svarbūs gamtinės aplinkos ekosistemų komponentai.

Gauta
2003 03 18

Literatūra

1. Abramson D. Development of moulds, mycotoxins and odors in moist cereals during storage. In: Chelkowski J. (Ed.). *Cereal grain. Mycotoxins. Fungi and quality in drying and storage*. Amsterdam: Elsevier, 1991. P. 119–147.
2. Beattie S., Schwarz P., Horsley R., Barr J., Casper H. The effect of grain storage conditions on the viability of *Fusarium* and deoxynivalenol production in infec-

- ted malting barley. *Journal of food protection*. 1998. No. 61. P. 103–106.
3. Bradenburger W. *Parasitische Pilze an Gefäpflzen in Europa*. Stuttgart. New York: Gustav Fischer Verlag, 1985. 989 p.
 4. Charmichael J. W., Kendrick W. B., Connors I. L., Sigler L. *General of Hyphomycetes. Canada*: The University of Alberta Press, 1980. 385 p.
 5. Chelkowski J. Fungal pathogens influencing cereal seed quality at harvest. In: Chelkowski J. (Ed.). *Cereal grain. Mycotoxins. Fungi and quality in drying and storage*. Amsterdam: Elsevier, 1991. P. 53–66.
 6. Chelkowski J., Grabarkiewicz-Szczesna J. *Alternaria* and their metabolites in cereal grain. – In: Chelkowski J. (Ed.). *Cereal grain. Mycotoxins. Fungi and quality in drying and storage*. Amsterdam: Elsevier, 1991. P. 67–76.
 7. Cox C. The aerobiological pathway of microorganisms. New York: John Wiley et Sons, 1987. P. 210–214.
 8. Domsh K. H., Gams W., Anderson T. H. *Compendium of soil fungi*. Vol. 1. London: Academic Press, 1980. 859 p.
 9. FAO. World wide regulations for mycotoxins – *FAO food and nutrition*. Paper 64. Italy, Rome, 1995. 43 p.
 10. Flannigan B. Mycotoxins in the air. *International Biodeterioration*. 1987. No. 23. P. 73–78.
 11. Flannigan B., Marey P. R. Control of moisture problems affecting biological indoor air quality. *ISIAQ – International Society of Indoor Air Quality and Climate*. 1996. 67 p.
 12. Frazier W. C., Westhoff D. C. *Food microbiology*. Singapore: McGraw-Hill Book Company, 1988. 539 p.
 13. Frisvad J. C. Mycotoxins and mycotoxigenic fungi in storage. In: Dayas D., White N. D., Muir W. E. (Eds.). *Stored-grain ecosystems*. New York: Marcel Dekker, 1995. P. 251–288.
 14. Garalavičienė D. Mycotoxins and moulded feed effects on laying hen and contamination of Lithuanian feeds. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, 2001. 81 p.
 15. Gerlach W., Nirenberg H. *The genus Fusarium – a pictorial atlas*. Berlin. Hamburg: Kommissionsverlag Paul Parey, 1982. 4065 p.
 16. Gregory P. H., Lacey M. E., Festenstein G. N., Skinner F. A. Microbial and biochemical changes during the moulding of hay. *J. Gen. Microbiol.* 1963. No. 33. P. 147–174.
 17. Hawksworth D. L., Kirk P. M., Sutton B. C., Pegler D. N. *Ainsworth et Bisby's Dictionary of the fungi*. Cambridge: University Press, 1995.
 18. Holmberg T. *Ochratoxin A in cereal grain and its potential effects on animal health*. PhD dissertation. Swedish university of agricultural Sciences. Uppsala, 1992.
 19. Krasauskas A., Veiveris M. Mikromicetai – gauruotosios sojos (*Glycine max* (L.) Merr.) sėklų pažeidėjai. *Žemės ūkio mokslai*. 2001. Nr. 3. P. 17–21.
 20. Lacey J., Crook B. Fungal and actinomycetes spores as pollutants of the workplace and occupational allergens. *Ann. Occup. Hyg.* 1988. No. 32. P. 515–533.
 21. Lacey J., Magan N. Fungi in cereal grains: their occurrence and water and temperature relationships. In: Chelkowski J. (Ed.). *Cereal grain. Mycotoxins. Fungi and quality in drying and storage*. Amsterdam: Elsevier, 1991. P. 77–118.
 22. Lugauskas A., Paškevičius A., Repėčkienė J. *Patogeniški ir toksiški mikroorganizmai žmogaus aplinkoje*. Vilnius: Aldorija, 2002.
 23. Moss M. Mycology of cereal grain and cereal products. In: Chelkowski J. (Ed.). *Cereal grain. Mycotoxins. Fungi and quality in drying and storage*. Amsterdam: Elsevier, 1991. P. 23–51.
 24. Nelson P. E., Toussoun T. A., Marasas W. F. O. *Fusarium species. An illustrated manual for identification*. University Park and London: The Pennsylvania State University Press, 1983. 193 p.
 25. Ominski K., Marquardt R., Sinha R., Abramson D. Ecological aspects of growth and mycotoxin production by storage fungi. In: Miller H., Trenholm H. (Eds.). *Mycotoxins in grain*. Minesota, St. Paul: Eagen Press, 1994. P. 287–312.
 26. Pasanen A., Kalliokoski P., Juutinen M., Jantunen M. Occurrence and moisture requirements of microbial growth in building materials. *International Biodeterioration*. 1992. No. 30. P. 276–283.
 27. Pittet A. Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds – an updated review. *Revue de medecine veterinaire*. 1998. No. 149. P. 479–492.
 28. Ramirez C. *Manual and atlas of the Penicillia*. Amsterdam: Elsevier Biomedical Press, 1982. 874 p.
 29. Raper K. B., Fennel D. I., Austwick P. K. C. *The genus Aspergillus*. Baltimore: The Williams and Wilkins Company, 1965. 685 p.
 30. Raper K. B., Thom C. *A manual of the Penicilia*. Baltimore: The Williams and Wilkins Company, 1949. 817 p.
 31. Samson R. A. The presence of viable mould propagules in indoor air in relation to home dampness and outdoor air. *Allergy*. 1994. No. 1. P. 83–91.
 32. Schmidt H. L. Cereal grain structure and the way in which fungi colonize kernel cells. In: Chelkowski J. (Ed.). *Cereal grain. Mycotoxins. Fungi and quality in drying and storage*. Amsterdam: Elsevier, 1991. P. 1–22.
 33. Sliesaravičius A., Venskutonienė E. *Sojos*. Kaunas: LŽŪU, 2000. 41 p.
 34. Špokauskienė O. *Varpinių javų mikromicetai Lietuvoje*. Vilnius: Mokslas, 1989.
 35. Trojanowska K. Evaluation of cereal grain quality using mycological methods. In: Chelkowski J. (Ed.). *Cereal grain. Mycotoxins. Fungi and quality in drying and storage*. Amsterdam: Elsevier, 1991. P. 185–215.
 36. Tuite J., Foster G. H. Effect of artificial drying on the hygroscopic properties of corn. *Cereal Chem.* 1963. No. 40. P. 730–737.
 37. Tuite J., Koh-Knox C., Stroshine R., Cantone F. A., Bauman L. F. Effect of physical damage to corn kernels on the development of *Penicillium* species and *Aspergillus glaucus* in storage. *Phytopathology*. 1985. No. 75. P. 1137–1140.
 38. Ueno Y. Toxicology of microbial toxins. *Pure and applied chemistry*. 1986. No. 58. P. 339–350.
 39. Лугаускас А. Ю. *Микромицеты окультуренных почв Литовской ССР*. Вильнюс: Мокслас, 1988. 263 с.

40. Лугаускас А. Ю., Микульскене А. И., Шляуже-не Д. Ю. *Каталог микромицетов – биодеструкторов полимерных материалов*. Москва: Наука, 1987. 341 с.
41. Смирнова Т. В., Кострова Е. И. *Микробиология зерна и продуктов его переработки*. Москва, 1989.

**Albinas Lugauskas, Aurimas Krasauskas,
Jūratė Repečkienė**

**ECOLOGICAL FACTORS PREDETERMINING THE
DISTRIBUTION OF FUNGI ON CEREAL GRAINS
AND SOYBEAN SEEDS**

S u m m a r y

The article deals with the ecological factors related to the spreading of fungi on agricultural plant grains or seeds

under field and storage conditions. The fungal species found in 1999–2002 on ripen wheat, barley, rye, corn grains and soybean seeds under different meteorological conditions are described. The contamination sources of grains by fungal propagules are shown. The impact of fungi on grains according to changing surrounding moisture content and temperature is discussed. These factors are very important for the survival of several fungal species in storage conditions. Fungal species prevailing on stored grains are listed. Some of them are able to cause human and animal toxicoses. The assay of ecological and physiological properties of fungi can be useful in limiting the distribution and development of fungi on cereal grains and reducing the damage.

Key words: ecological factors, grains, fungi, storage, toxins